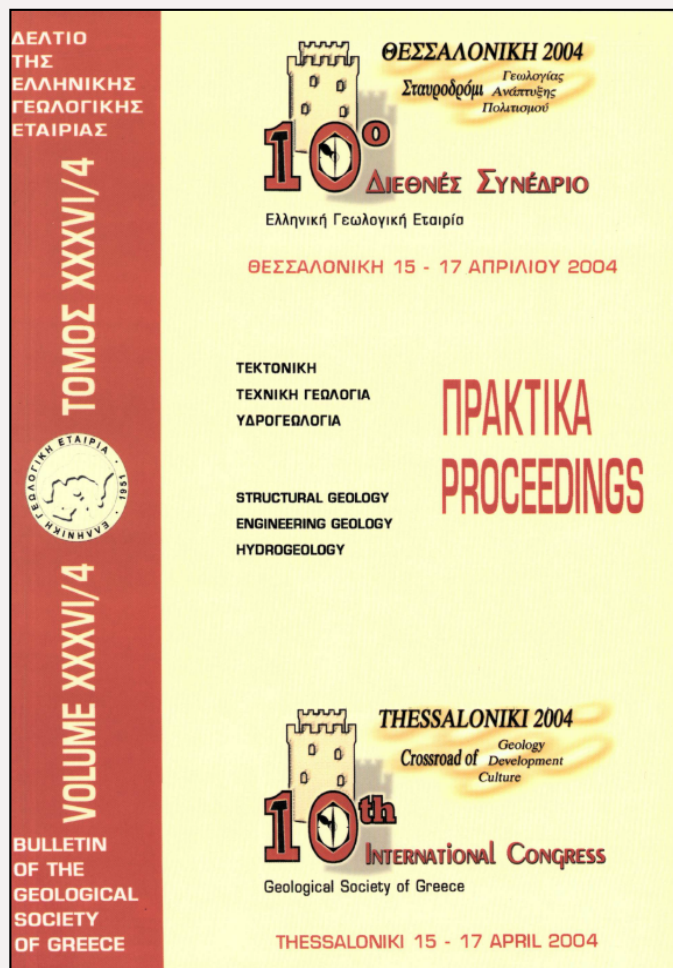


Bulletin of the Geological Society of Greece

Vol. 36, 2004



LANDSLIDE PHENOMENA IN KANALIA VILLAGE, FTHIOTIDA PR. AND HANDLING THEIR IMPACTS IN THE RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF THE AREA

Ρόζος Δ.

Department of Mining and Metallurgical Engineering,
Section of Geological Sciences

Αποστολίδης Ε.

I.G.M.E.

<https://doi.org/10.12681/bgsg.16652>

Copyright © 2018 D. Rozos, E. Apostolidis



To cite this article:

Ρόζος, Δ., & Αποστολίδης, Ε. (2004). LANDSLIDE PHENOMENA IN KANALIA VILLAGE, FTHIOTIDA PR. AND HANDLING THEIR IMPACTS IN THE RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF THE AREA. *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 36(4), 1816-1825. doi:<https://doi.org/10.12681/bgsg.16652>

ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΣΜΟ ΚΑΝΑΛΙΩΝ ΝΟΜΟΥ ΦΘΙΩΤΙΔΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ ΑΝΑΣΧΕΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ρόζος Δ.¹ και Αποστολίδης Ε.²

¹ Τομέας Γεωλογικών Επιστημών, Σχολή Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, ΕΜΠ, Ηρώων
Πολυτεχνείου 9, 157 80 Ζωγράφου Αθήνα rozos@metal.ntua.gr

² ΙΓΜΕ, Δ/ση Τεχνικής Γεωλογίας, Μεσογείων 70, 115 27 Αθήνα, emmapost@igme.gr

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία μελετώνται τα σοβαρά κατολισθητικά φαινόμενα που δυσχεραίνουν την οικιστική ανάπτυξη του οικισμού των Καναλιών Ν. Φθιώτιδος, ο οποίος εντοπίζεται σε πρηνές της ανατολικής όχθης του χειμάρρου Ρουσιανίτη, κύριου υδρογραφικού άξονα της ευρύτερης περιοχής και παραποτάμου του Σπερχείου ποταμού. Μελετήθηκαν, αρχικά, η γεωλογική διάρθρωση της περιοχής (ψαμμίτες και ιλυόλιθοι του φλύσχη της ζώνης Πίνδου), καθώς και οι υδρομετεωρολογικές και κλιματολογικές συνθήκες που ευνοούν την διαμόρφωση μανδύα αποσάθρωσης ποικίλου και τοπικά αυξημένου πάχους, αλλά και την ανάπτυξη εποχιακών υδροφόρων οριζόντων.

Οι κύριες αιτίες εκδήλωσης των κατολισθητικών φαινομένων σχετίζονται, όπως διαπιστώθηκε, με τις παραπάνω συνθήκες, την διαβρωτική δράση του νερού στα πρηνή των υδρογραφικών αξόνων απορροής, αλλά και τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις. Τα φαινόμενα αυτά εντοπίζονται σε πέντε (5) κυρίως θέσεις, με σημαντικότερη αυτήν που έχει πλήξει τον οικισμό στο Ν.ΝΔ/κό του τμήμα, δηλαδή από το ύψος του επαρχιακού δρόμου Καναλιών-Γαρδικίου μέχρι τον χειμάρρο Ρουσιανίτη. Στην περίπτωση αυτή, οι περιοδικές επαναδράσεις των κατολισθητικών φαινομένων τα τελευταία σαράντα χρόνια, αφού καμία μέριμνα αντιμετώπισής τους δεν έχει ληφθεί, προκάλεσαν την πλήρη καταστροφή και εγκατάλειψη του τμήματος αυτού. Οι άλλες θέσεις πλήττουν το οδικό δίκτυο σε διάφορα τμήματα, χωρίς όμως να επηρεάζουν οικιστικές ζώνες.

Για την προστασία της οικιστικής περιοχής των Καναλιών και την ομαλή ανάπτυξη αυτής προτάθηκαν μέτρα αντιμετώπισης των αστοχιών, που στοχεύουν σε: (α) αποστραγγίσεις των ευπαθών ζωνών από επιφανειακά και υπόγεια νερά, (β) αντιστηρίξεις πρηνών με συρματοκιβώτια, (γ) προστασία από την διάβρωση και τις υποσκαφές των πρηνών των ρεμάτων με συρματοκιβώτια και δασοτεχνικά φράγματα ανάσχεσης, (δ) δένδροφυτεύσεις και (ε) επιμελημένη θεμελίωση των νέων κατασκευών στο σταθερό υπόβαθρο ή με ειδικού τύπου θεμελίωση όπου απαιτείται. Τα μέτρα αυτά αφορούν και στην ασφάλεια του οδικού δικτύου, η καλή λειτουργία του οποίου είναι προϋπόθεση της ασφαλούς οικιστικής ανάπτυξης της ευρύτερης περιοχής.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Οι απαιτήσεις των κατοίκων του Δημοτικού Διαμερίσματος Καναλιών του Δήμου Σπερχειάδος Νομού Φθιώτιδος για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης, αλλά και για εντοπισμό νέων θέσεων ασφαλούς οικιστικής ανάπτυξης, κατέστησε αναγκαία την μελέτη των κατολισθητικών κινήσεων, οι οποίες με περιοδική δράση τα τελευταία σαράντα χρόνια πλήττουν τον οικισμό και προκαλούν την πληθυσμιακή του συρρίκνωση, με ότι αυτή συνεπάγεται (ΙΓΜΕ: Αδημοσίευτες εκθέσεις). Έτσι, η εργασία αυτή πραγματεύεται τα αποτελέσματα της τεχνικογεωλογικής διερεύνησης των αστοχιών για την ορθολογική αντιμετώπισή τους, ώστε να εξασφαλισθεί η μελλοντική ανάπτυξη του οικισμού.

Ο κεντρικός οικισμός των Καναλιών βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του Νομού Φθιώτιδος και απέχει περί τα 23km ΝΔ/κά της Σπερχειάδος. Αναπτύσσεται σε υψόμετρο 580-700m στο βορειοδυτικό πρηνές του υψώματος Αγ. Θεόδωροι (υψόμετρο 1147m), που αποτελεί πρόβουνό των Βαρδουσίων ορέων, στη θέση του κεντρικού οδικού άξονα που συνδέει την Σπερχειάδα με το Γαρδίκι. Το πρηνές αυτό αποτελεί την ανατολική όχθη του χειμάρρου Ρουσιανίτη, κύριου παραποτάμου του

Σπερχειού ποταμού και διαμορφώνεται με σχετικά ήπια ανάπτυξη στο χώρο θεμελίωσης του οικισμού και απότομα πρηνή ανάντι και κατάντι αυτού (μέση κλίση 30° περίπου).

2 ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΔΟΜΗ – ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

2.1 Λιθοστρωματογραφία

Το γεωλογικό υπόβαθρο της οικιστικής περιοχής αποτελούν ιζήματα του φλύσχη της γεωτεκτονικής ζώνης Πίνδου (ΙΓΜΕ, 1970), που διαφοροποιούνται σε δύο διακριτές φάσεις:

(Α) Των ιλυολιθων, όπου επικρατούν οι αργιλικόι σχιστόλιθοι - ιλυόλιθοι κυανότεφρου έως ερυθροκάστανου χρώματος, με ενστρώσεις λεπτόκοκκων ψαμμιτών, κυρίως στα ανώτερα μέλη. Τα ιζήματα αυτά κυριαρχούν στον χώρο θεμελίωσης του οικισμού και κατάντι προς τον χείμαρρο Ρουσιανίτη και λόγω της φυσικής κατάστασης, της τεκτονικής καταπόνησης, αλλά και των κλιματολογικών συνθηκών, είναι επιρρεπή στην έντονη δράση των αποσασθρωτικών – διαβρωτικών παραγόντων, δίνοντας παχύ μανδύα αποσάθρωσης κατά θέσεις.

(Β) Των υπερκειμένων ψαμμιτών, όπου επικρατούν οι τεφρού έως καστανέρυθρου χρώματος, λεπτόκοκκοι έως μεσόκοκκοι και σπανιότερα αδρόκοκκοι ψαμμίτες. Οι ψαμμίτες που αναπτύσσονται ανάντι του οικισμού είναι με ψηφιδωπαγείς ορίζοντες, αλλά και λεπτές και αραιές παρεμβολές ιλυολιθων.

Επιφανειακά τα ιζήματα του φλύσχη καλύπτονται, κατά θέσεις, από νεότερους (Τεταρτογενείς) σχηματισμούς, όπως:

(α) Πλευρικά κορήματα σε ανάμιξη με αποσασθρώματα των ιζημάτων του φλύσχη, από ψηφίδες, χάλικες και σπανιότερα κροκάλες, ψαμμιτικής κυρίως σύστασης. Τοπικά συμμετέχουν και ευμεγέθη τεμάχια ψαμμιτών μέχρι 1m³ και λεπτομερή υλικά.

(β) Υλικά μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη, από ιλυοαμμώδη έως αμμοιλυώδη υλικά, με ψηφίδες και χάλικες κατά θέσεις. Τα υλικά αυτά εντοπίζονται στο χώρο ανάπτυξης του οικισμού, χωρίς να αναμιγνύονται με κορήματα, λόγω της ήπιας μορφολογίας.

(γ) Αποθέσεις κοίτης, από αδρομερή υλικά ποικίλων διαστάσεων, καθώς και λίγα λεπτομερή, που αποκτούν μεγάλο πάχος στον χείμαρρο Ρουσιανίτη.

2.2 Τεκτονικό καθεστώς

Με την επώθηση των σχηματισμών της ζώνης Πίνδου πάνω σε αυτούς της ζώνης Γαβρόβου ολοκληρώθηκε η κύρια ορογενετική φάση που σχετίζεται με την παραμόρφωση των ιζημάτων της. Η ορογενετική αυτή φάση, που ξεκίνησε μετά την απόθεση του φλύσχη, συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεια του Ηωκαίνου (Αυβουίν, 1959 & 1965). Σύμφωνα με την άποψη αυτή, η ζώνη της Πίνδου ανυψώνεται κατά το ανώτερο Ηώκαινο και υπό το καθεστώς δυνάμεων βαρύτητας κινείται προς τα δυτικά μέχρι το ανώτερο Ολιγόκαινο ή το Μειόκαινο, οπότε και ολοκληρώνεται.

Συνεπώς, η τεκτονική δομή της γεωτεκτονικής ζώνης της Πίνδου, άρα και της περιοχής μελέτης, καθορίζεται από τις μεταβολές που συνόδευσαν την επώθηση και χαρακτηρίζονται, λόγω της ευκαμψίας των ιζημάτων, από συνεχείς πτυχές, αποκολλήσεις, επιπτεύσεις και λήπη. Ακόμα, η έντονη καταπόνηση των εν λόγω ιζημάτων έχει προκαλέσει ισχυρή μικροπτύχωση (στολίδωση), καθώς και ολισθήσεις - διατμήσεις των στρωμάτων.

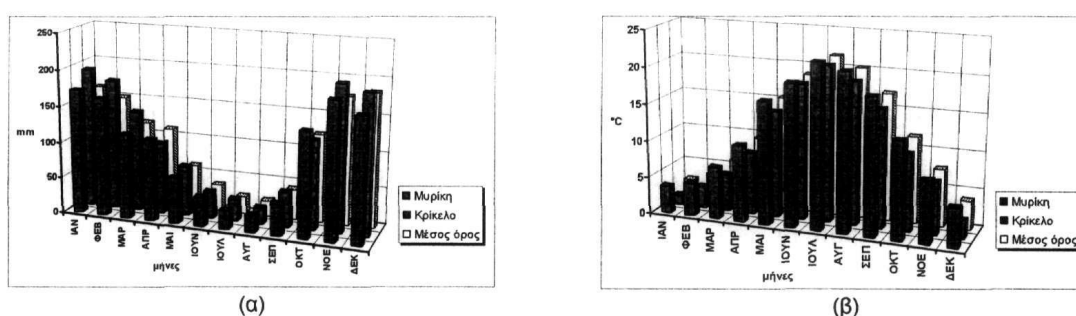
Αναφορικά με τα συστήματα διάρρησης, στην ευρύτερη περιοχή επικρατούν αυτά με γενικές διευθύνσεις ΒΑ/Κή - ΝΔ/Κή και Α-Δ. Τα συστήματα αυτά με τις επιμέρους τεκτονικές γραμμές τους έχουν συμβάλει στην διαμόρφωση των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου της περιοχής και στην γενική μορφολογική εικόνα του χώρου, ελέγχοντας τα όρια των κυρίαρχων τεκτονικών δομών.

3 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ – ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ

3.1 Υδρομετεωρολογικές συνθήκες

Οι υδρομετεωρολογικές συνθήκες (θερμοκρασία αέρα, ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, υγρασία αέρα, κλπ) αποτελούν βασική παράμετρο του φυσικού περιβάλλοντος που επηρεάζει τους τεχνικογεωλογικούς χαρακτήρες των γεωλογικών ενότητων μιας περιοχής, αλλά και παρεμβαίνει στη

γενική γεωμηχανική συμπεριφορά του εδάφους θεμελίωσης. Για την ευρύτερη περιοχή μελέτης και με βάση τα δεδομένα των σταθμών Μυρίκης και Κρικέλου (για την χρονική περίοδο 1955-1996, ΕΜΥ, 1999) διαπιστώνεται ότι το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος είναι 18,1 °C, ενώ το μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, δηλαδή της βροχής και του χιονιού, είναι πολύ υψηλό (1300mm για την χρονική περίοδο 1972-1987). Συγκριτικές παρατηρήσεις επί των δύο αυτών παραμέτρων (Σχήμα 1) δείχνει ότι η πορεία των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων στη διάρκεια του έτους είναι ακριβώς αντίθετη από αυτήν της θερμοκρασίας. Έτσι, καθώς η πλειονότητα των σχηματισμών του φλύσχη, που κυρίως δομούν την περιοχή μελέτης, χαρακτηρίζονται σαν ευκολοδιάβρωτοι, η συνδυασμένη διαδοχική επίδραση της θερμικής αποσάθρωσης (θερινή περίοδος) και της μηχανικής διάβρωσης (χειμερινή περίοδος), προκαλεί πρόσθετη χαλάρωση της συνοχής τους και κατ' επέκταση μείωση της αντοχής τους. Αποτέλεσμα αυτού είναι στις περιοχές των πρηνών όπου υπάρχουν σχηματισμοί με υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά να δημιουργούνται επιπρεπείς ζώνες σε κατολισθητικές κινήσεις.



Σχήμα 1. Διαγράμματα πορείας μέσου μηνιαίου ύψους ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων (α) και μέσου μηνιαίου θερμοκρασιακού εύρους (β).

3.2 Υδρογεωλογικό καθεστώς

Αναφορικά με το υδρογεωλογικό καθεστώς της ευρύτερης περιοχής (Καραπιπέρης, 1974), θα πρέπει να τονισθεί ότι αυτό καθορίζεται, εκτός από τα υδρομετεωρολογικά στοιχεία, από την σύσταση και την τεκτονική καταπόνηση των σχηματισμών που την δομούν (φλύσχη).

Έτσι, οι αργιλικόι σχιστόλιθοι – ιλυόλιθοι, οι οποίοι επικρατούν στον χώρο ανάπτυξης του οικισμού θεωρούνται πρακτικά στεγανοί σχηματισμοί, ενώ οι ψαμμίτες, με μεγάλη εξάπλωση στο πρανές ανάντι του οικισμού και του επαρχιακού δρόμου Σπερχειάδος-Γαρδικίου, είναι δευτερογενώς υδροπερατοί και η συμπεριφορά τους ως υδροφορείς εξαρτάται από το μέγεθος της εξάπλωσης αυτών, αλλά και την πυκνότητα και το μέγεθος των τεκτονικών και στρωματογραφικών ασυνεχειών στη μάζα τους.

Συνεπώς, η ανάπτυξη εποχιακών υδροφόρων οριζόντων ευνοείται όπου οι ψαμμίτες αποκτούν έκταση και πάχος, με αποτέλεσμα στην επαφή τους με τους αργιλικούς σχιστολίθους- ιλυολίθους να αναπτύσσονται τοπικά σημαντικές εκροές νερού ή πηγές. Τέλος, οι χαλαροί επιφανειακοί σχηματισμοί (κορήματα και υλικά του μανδύα αποσάθρωσης), συνήθως θεωρούνται υδροπερατοί, οπότε όπου αποκτούν μεγάλο πάχος διαμορφώνουν επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες μικρής δυναμικότητας.

Πράγματι, στην περιοχή σημειώνεται η παρουσία πολλών πηγών επαφής και μεγάλου αριθμού εποχιακών μικροπηγών και σημαντικών εκροών νερού, στην επαφή του αυξημένου πάχους μανδύα αποσάθρωσης με τον υγιή φλύσχη, αλλά και μέσα στα υλικά του μανδύα αποσάθρωσης. Οι πηγές αυτές τροφοδοτούνται είτε άμεσα από τα νερά των βροχοπτώσεων και χιονοπτώσεων είτε ενισχύονται έμμεσα από τα νερά των μεγάλων πηγών που ρέουν επιφανειακά χωρίς μέριμνα. Η μέριμνα ελεγχόμενης απορροής των νερών (επιφανειακών και πηγαίων) απουσιάζει πλήρως (Φωτογραφία του Σχήματος 2) με αποτέλεσμα τον εμποτισμό των εδαφικών σχηματισμών μέχρι βαθμού πλήρους κορεσμού και την επακόλουθη δραστική υποβάθμιση της όλης γεωμηχανικής τους συμπεριφοράς.



Σχήμα 2. Μικροπηγή εντός του χώρου του οικισμού των Καναλίων. Διακρίνεται η ανεξέλεγκτη ροή των νερών που εμποτίζουν συνεχώς τα εδαφικά υλικά.

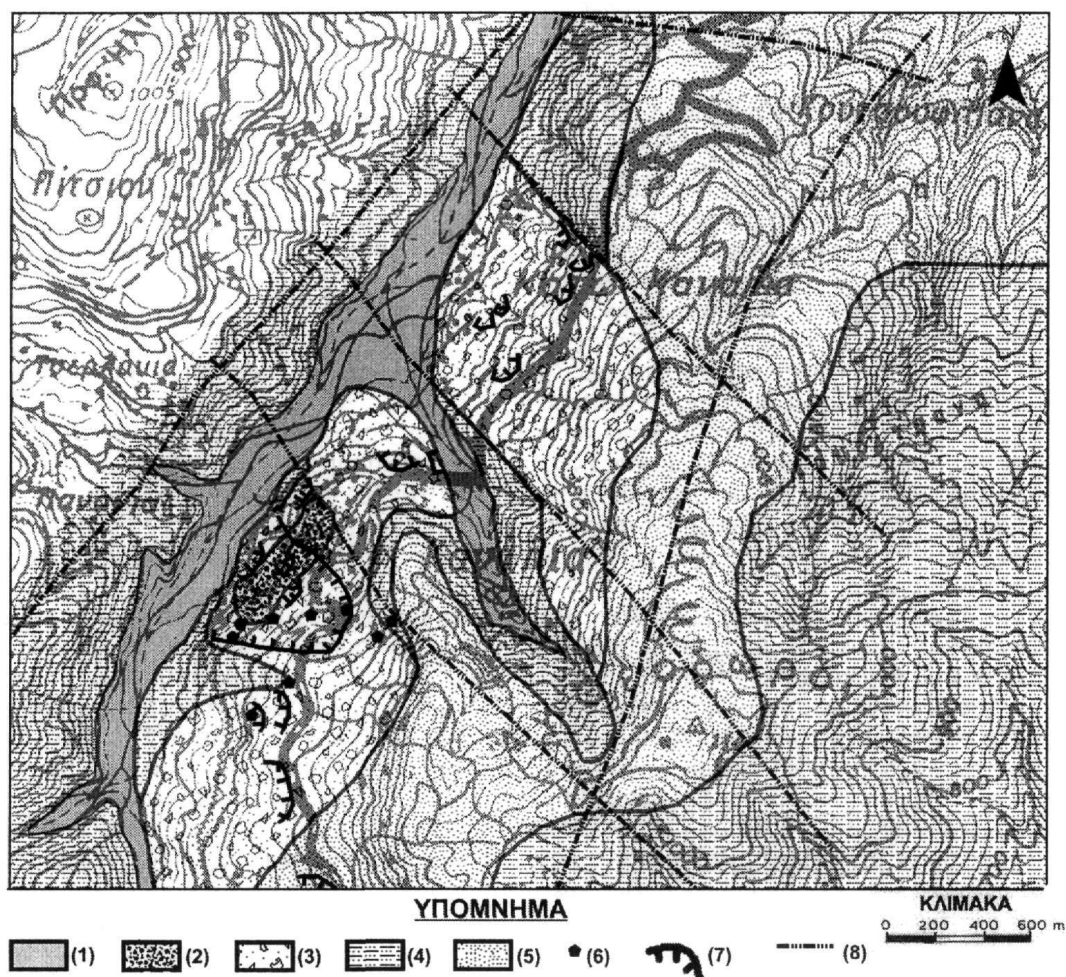
4 ΤΕΧΝΙΚΟΓΕΩΛΟΓΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Για την καλύτερη κατανόηση των παραπάνω αναφορών και σχολιασμών συντάχθηκε ο τεχνικο-γεωλογικός χάρτης της περιοχής των Καναλίων σε κλίμακα 1:20.000. Στον χάρτη αυτό (Σχήμα 3), ο οποίος στηρίχθηκε στον οδηγό της UNESCO-IAEG (1976), αλλά και στις Επιτροπές του IAEG (1979 & 1981b) διακρίθηκαν πέντε (5) λιθολογικές ενότητες, δύο (2) για τους σχηματισμούς του φλύσχιου υποβάθρου, δηλαδή αργιλικόι σχιστόλιθοι-ιλυόλιθοι και ψαμμίτες και τρεις (3) για τους νεότερους σχηματισμούς, ήτοι πλευρικά κορήματα σε ανάμιξη με υλικά αποσάθρωσης, υλικά μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη και αποθέσεις κοίτης.

Οι τεχνικογεωλογικοί χαρακτήρες των ανωτέρω πέντε (5) λιθολογικών ενοτήτων, από τους νεότερους προς τους παλαιότερους, είναι οι ακόλουθοι:

1. Πρόσφατες αποθέσεις κοίτης: Πρόκειται για χαλαρά υλικά, από ψηφίδες, χάλικες, κροκάλες, καθώς και ογκολίθους ποικίλων διαστάσεων (από τους σχηματισμούς του υποβάθρου), άμμους ποικίλης διαβάθμισης σε μικρό ποσοστό, καθώς και λίγα λεπτομερή. Καλύπτουν κυρίως τον χώρο της κοίτης του χειμάρρου Ρουσσιανίτη, κατάντι (δυτικά) του χωριού και το πάχος τους φθάνει τα 15m. Αποτελούν σχηματισμό με αυξημένη περατότητα και υποβαθμισμένη γεωμηχανική συμπεριφορά.
2. Υλικά μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη: Ιλυσωμώδη έως αργιλωμώδη λεπτομερή υλικά, με ψηφίδες και σπανιότερα θραύσματα ψαμμιτικής κυρίως σύστασης. Γενικώς, αποτελούν χαλαρό σχηματισμό που καλύπτει με κυμαινόμενο πάχος (συνήθως 1-3m) τους σχηματισμούς του φλύσχη, σε περιοχές με σχετικά ήπια μορφολογία, όπου δεν αναμιγνύεται με κορήματα και παρουσιάζει σχετικά μέτρια περατότητα και πτωχή αναμενόμενη φέρουσα ικανότητα. Στις θέσεις αυξημένου πάχους η κακή γεωμηχανική συμπεριφορά, σε συνδυασμό με τον συνεχή εμποτισμό και την ανθρωπογενή δράση, έχει σαν αποτέλεσμα την εκδήλωση αστοχιών πρανών.
3. Πλευρικά κορήματα σε ανάμιξη με υλικά αποσάθρωσης: Πρόκειται για αποσθρώματα των σχηματισμών του φλύσχη, κιτρινοκάστανου έως τεφροκάστανου χρώματος, που αποτελούνται από ιλυσωμώδη έως αμμοιλυώδη υλικά, με ψηφίδες, χάλικες και σπανιότερα κροκάλες ψαμμιτικής κυρίως σύστασης. Κατά θέσεις συμμετέχουν και πλέον ευμεγέθη θραύσματα ψαμμικών και ψαμμιτικοί ογκολίθοι που φθάνουν το 1m³. Γενικώς, αποτελούν χαλαρό σχηματισμό κυμαινόμενου πάχους (εκτιμάται ότι τοπικά φθάνει τα 8m) που τοπικά καλύπτει τους σχηματισμούς του φλύσχη, με σχετικά αυξημένη περατότητα, υποβαθμισμένα γεωμηχανικά χαρακτηριστικά και πτωχή αναμενόμενη φέρουσα ικανότητα. Στις θέσεις αυξημένου πάχους η υποβαθμισμένη γεωμηχανική συμπεριφορά, σε συνδυασμό με τον περιοδικά υψηλό βαθμό κορεσμού και την μορφολογία της περιοχής, οδηγούν στην εκδήλωση εδαφικών κινήσεων, οι οποίες τοπικά εξελίσσονται σε ροές εδαφικών υλικών προς τα κατάντι.

4. Ιλυολιθική φάση του φλύσχη: Συνίσταται από φυλλώδεις ιλυολίθους-αργιλικούς σχιστολίθους με ενστρώσεις λεπτόκοκκων ψαμμιτών, κυρίως στα ανώτερα μέλη, όπου το χρώμα είναι καστανό έως τεφροκάστανο. Στα κατώτερα μέλη επικρατούν οι ιλυόλιθοι-αργιλικόι σχιστόλιθοι, τεφρού έως τεφροκύανου χρώματος. Πρόκειται για βραχώδη σχηματισμό, ο οποίος στο σύνολό του εμφανίζεται έντονα πτυχωμένος και καταπονημένος, με πολύ χαμηλή έως χαμηλή υδροπερατότητα και με τοπικά ιδιόζουσα τεχνικογεωλογική συμπεριφορά. Συνεπώς, ο εν λόγω σχηματισμός είναι επιρρεπής στους αποσάθρωτικούς και διαβρωτικούς παράγοντες, με αποτέλεσμα επιφανειακά να δίνει μανδύα αποσάθρωσης, που τοπικά το πάχος του φθάνει μερικά μέτρα.
5. Ψαμμιτική φάση του φλύσχη: Αποτελείται από ψαμμίτες καστανέρυθρου χρώματος, λεπτόκοκκους έως μεσόκοκκους και σπανιότερα αδρόκοκκους ή και με ψηφιδωπαγείς ορίζοντες, καθώς και με λεπτές και αραιές παρεμβολές ιλυολίθων. Πρόκειται για βραχώδεις σχηματισμούς, με αυξημένη δευτερογενή περατότητα και καλή γεωμηχανική συμπεριφορά, που παρουσιάζουν την κύρια εξάπλωσή τους στα ανάντι πρηνή του χωριού, ενώ σπανιότερα καταλαμβάνουν τα ανώτερα τμήματα λοφοειδών εξάρσεων στον ευρύτερο οικοδομικό χώρο. Τοπικά, όπου η διαγένεση δεν είναι ισχυρή και ο κερματισμός ισχυρός, καλύπτονται από πλευρικά κορήματα και αποσάθρωματα αρκετού πάχους.



Σχήμα 3. Τεχνικογεωλογικός χάρτης περιοχής των Καναλίων Ν. Φθιώτιδος.

ΥΠΟΜΝΗΜΑ: (1) Αποθέσεις κοίτης, (2) Υλικά μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη, (3) Πλευρικά κορήματα σε ανάμιξη με αποσάθρωματα, (4) Ιλυολιθική φάση του φλύσχη, (5) Ψαμμιτική φάση του φλύσχη, (6) Πηγές-εκροές νερού, (7) Οριακές εδαφικές θραύσεις αστοχιών πρηνών και (8) Μείζονες διαρρήξεις (ρήγματα).

5 ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΤΙΚΑ ΦΑΙΝΟΜΕΝΑ

Τα σοβαρότερα από τα κατολισθητικά φαινόμενα που πλήττουν τον οικισμό των Καναλίων παρουσιάζουν συνεχή εξέλιξη την τελευταία τεσσαρακονταετία, καθώς δεν ελήφθη καμία μέριμνα αντιμετώπισής τους, αν και οι επισκέψεις των γεωλόγων στο διάστημα αυτό και κατ' επέκταση οι τεχνικές εκθέσεις αντιμετώπισης των φαινομένων συντασσόταν με ρυθμό περίπου μία ανά τριετία (αδημοσίευτες εκθέσεις ΙΓΜΕ ετών 1963, 1972, 1980, 1981, 1984, 1984, 1986, 1988, 1989 και 2002). Έτσι, καθώς οι αρμόδιες υπηρεσίες δεν υλοποιούσαν καμία από τις προτάσεις αντιμετώπισης, αλλά ζητούσαν νέα γεωλογική συμβουλή μετά από κάθε επαναδραστηριοποίηση για την τήρηση του "γράμματος της διαδικασίας", η ζωή στον οικισμό συνεχώς υποβαθμιζόταν, με αποτέλεσμα την πλήρη σχεδόν εγκατάλειψη αυτού. Η παρατηρούμενη όμως τα τελευταία χρόνια οικιστική δραστηριότητα απαιτεί την αντιμετώπιση των κατολισθήσεων και την οριοθέτηση κατάλληλων ζωνών νέας οικιστικής ανάπτυξης (Κούκης – Ρόζος, 1982, Κούκης – Ζιούρκας, 1989).

Η ύπαρξη των χαλαρών επιφανειακών υδροπερατών υλικών (κορήματα και μανδύας αποσάθρωσης του φλύσχη) πάνω στους πρακτικά αδιαπέρατους σχηματισμούς της ιλυολιθικής φάσης του φλύσχη, σε συνδυασμό με την μορφολογία και τον ισχυρό εμποτισμό τους μέχρι κορεσμό περιοδικά (κυρίως από τα νερά της βροχής, αλλά και των πηγών) διαμορφώνει συνθήκες ασταθούς ισορροπίας στα πρηνή ανάπτυξης του οικισμού. Τοπικά, λόγω του σημαντικού πάχους της ζώνης αποσάθρωσης και κερματισμού, είναι συχνές οι ενεργοποιήσεις τους, με μεγαλύτερη επίταση εκεί όπου οι ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (διάνοιξη δρόμων, πυρκαγιές, κλπ) αναμένονται σημαντικές.

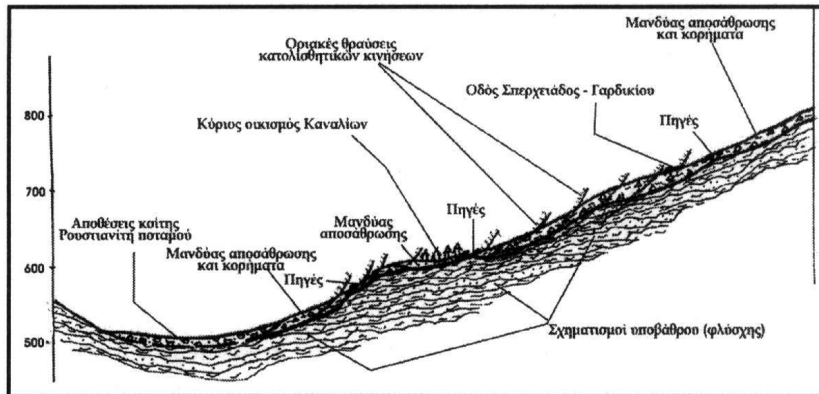
Οι κατολισθητικές κινήσεις που έχουν εκδηλωθεί και επαναδραστηριοποιούνται σχεδόν κάθε χειμερινή περίοδο, εντοπίζονται σε πέντε (5) κυρίως θέσεις και οφείλονται στην κινητικότητα που αποκτούν τα επιφανειακά ετερογενή χαλαρά υλικά που συνιστούν την ζώνη αποσάθρωσης και κερματισμού των ιζημάτων του φλύσχη, κάτω από ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες ευνοούνται πιο συγκεκριμένα από:

- Τις σχετικά μεγάλες μορφολογικές κλίσεις των πρηνών ανάντι και κατάντι του κυρίως οικισμού.
- Τις ισχυρές βροχοπτώσεις και χιονοπτώσεις στην περιοχή.
- Την έντονη τεκτονική καταπόνηση των σχηματισμών που δομούν την ευρύτερη περιοχή.
- Την φυσική κατάσταση και τεχνικογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών στους ανώτερους ορίζοντες (ανομοιογένεια, χαμηλή συνοχή και μικρή διατμητική αντοχή, κ.λ.π.), δηλαδή τις διαφορετικές φυσικές και μηχανικές ιδιότητες αυτών σε σχέση με τους υποκείμενους υγιείς ορίζοντες του φλύσχη.
- Την διαφορετική υδρογεωλογική συμπεριφορά των σχηματισμών (υδροπερατά υλικά καλύπτουν τους πρακτικά αδιαπέρατους σχηματισμούς του φλύσχη). Τα υλικά αυτά δέχονται μεγάλο μέρος από τα νερά της βροχής και το νερό των πηγών και περιοδικά υφίστανται πλήρη κορεσμό, με περαιτέρω μείωση των ήδη χαμηλών διατμητικών αντοχών τους.
- Την διαβρωτική δράση του νερού στα πρηνή των φυσικών αξόνων απορροής (ρέματα και μικρορέματα περιοχής, αλλά κυρίως του χειμάρρου Ρουσιανίτη). Το νερό προκαλεί ανεξέλεγκτες διαβρώσεις υποσκάβοντας την βάση των πρηνών αυτών, με συνέπεια την αύξηση των δυνάμεων εκείνων που ευνοούν την εκδήλωση ολισθήσεων των εδαφικών υλικών σε αυτά.
- Τις ανθρωπογενείς παρεμβάσεις (διάνοιξη δρόμων, πυρκαγιές, κλπ).

Ο κατά περίπτωση συνδυασμός των παραγόντων αυτών ευνόησε την εκδήλωση κινητικότητας τμημάτων του επιφανειακού καλύμματος και της ζώνης αποσάθρωσης και κερματισμού του φλύσχη πάνω στους υγιείς σχηματισμούς αυτού, με αποτέλεσμα την δημιουργία διαδοχικών εδαφικών θραύσεων και επακόλουθων ολισθήσεων (Σχήμα 4 και Φωτογραφία Σχήματος 5), που στο νότιο τμήμα του κεντρικού οικισμού εκδηλώνονται από το ύψος του δρόμου Σπερχιάδος-Γαρδικίου μέχρι τον χείμαρρο Ρουσιανίτη, σε μια ζώνη μήκους 550m και εύρους 250m περίπου. Όλα τα σπίτια που βρίσκονταν μέσα στην εν λόγω ζώνη έχουν υποστεί διαδοχικές ζημιές και σήμερα ή έχουν καταρρεύσει ή έχουν εγκαταλειφθεί (Φωτογραφία Σχήματος 6), ενώ ελάχιστα απομένουν και αυτά με ζημιές που απαιτούν συνεχή επισκευή. Σήμερα η περιοχή εξακολουθεί να παρουσιάζει εμφανείς ζημιές σε σχετικά πρόσφατες κατασκευές, οπότε η όποια ενίσχυση κάποιου από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, μπορεί να επαναδραστηριοποιήσει τα φαινόμενα.

Η δεύτερη θέση αστοχιών σημειώνεται σε χώρο του λειτουργούντος (Β.ΒΑ/κού) τμήματος του οικισμού και αναφέρεται σε καταστροφή τμήματος χωμάτινου δρόμου, χωρίς πάντως να επηρεάζει χώρους θεμελίωσης οικιών. Οι υπόλοιπες τρεις θέσεις επηρεάζουν σαφώς μικρότερης έκτασης ζώ-

νες, πριν, εντός και μετά την οικιστική περιοχή, αλλά προκαλούν σοβαρές ζημιές στο επαρχιακό οδικό δίκτυο, η καλή λειτουργικότητα του οποίου αποτελεί ουσιώδη παράμετρο για την οικιστική ανάπτυξη της περιοχής. Πρόκειται κυρίως για εδαφικές θραύσεις που οριοθετούν ερπυστικές ζώνες ή και ζώνες ολίσθησης, με περιορισμένες σχετικά διαστάσεις και βάθος ανάπτυξης, αλλά πολλές σχετικά σε αριθμό, χωρίς όμως να επηρεάζουν χώρους θεμελίωσης οικιών.



Σχήμα 4. Γεωλογική τομή στο χώρο του κεντρικού οικισμού των Καναλίων.



Σχήμα 5. Οριακή εδαφική θραύση κατολισθητικής κίνησης στα πλευρικά κορήματα με τα υλικά αποσάθρωσης.



Σχήμα 6. Κατεστραμμένη οικία μέσα στη ζώνη των κύριων αστοχιών του οικισμού.

Τέλος, όσον αφορά στις συνθήκες θεμελίωσης του οικισμού, σημειώνεται ότι τα περισσότερα σπίτια φαίνεται να είναι θεμελιωμένα πλημμελώς στα κορήματα και τον παχύ (της τάξης των 6-8m) μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη.

6 ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΟΙΚΙΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΟΥ ΟΙΚΙΣΜΟΥ

Με βάση τις παραπάνω αναφορές και τον τεχνικογεωλογικό χάρτη που συντάχθηκε, γίνεται κατανοητό ότι για την ασφαλή οικιστική ανάπτυξη του οικισμού των Καναλίων είναι αναγκαία η λήψη μέτρων που αφορούν τόσο στις σημερινές συνθήκες αστάθειας, όσο και στον τρόπο διαχείρισης της γης στις θέσεις νέας οικιστικής επέκτασης.

Για τις υπάρχουσες οικιστικές θέσεις πρέπει να εξαλειφθούν οι παράγοντες εκείνοι που προκαλούν την εκδήλωση των κατολισθητικών φαινομένων, ενώ για τις νέες που θα επιλεγούν, είναι αναγκαία η εξασφάλιση ασφαλών συνθηκών θεμελίωσης. Έτσι, για τις θέσεις που έχουν πληγεί από τα κατολισθητικά φαινόμενα, αναγκαία μέτρα είναι:

1. Ο έλεγχος όλων των νερών που ρέουν επιφανειακά στον οικισμό, αλλά και των υπογείων νερών που συγκεντρώνονται στα κορήματα και στον μανδύα αποσάθρωσης του φλύσχη και σχηματίζουν εκροές νερού ή πηγές, με εγκιβωτισμένα αυλάκια (για τα επιφανειακά νερά), στραγγιστήριες τάφρους και στραγγιστήρια στο εσωτερικό κλάδων του οδικού δικτύου (για τα υπόγεια νερά). Επισημαίνεται ότι η συνεχής συντήρηση των έργων αυτών είναι πρωταρχικής σημασίας.
2. Οι αντιστηρίξεις των υψηλών και αυξημένης κλίσης πρανών (φυσικών και τεχνητών), με την τοποθέτηση εύκαμπτων κατασκευών (π.χ. συρματοκιβωτίων) σε κλιμακωτή διάταξη.
3. Η ανάσχεση της διαβρωτικής δράσης στις κοίτες των χειμάρρων και των ρεμάτων, με την κατασκευή δασοτεχνικών φραγμάτων ανάσχεσης και με τον εγκιβωτισμό της κοίτης.
4. Η πυκνή δενδροφύτευση (με βαθύρριζα και γρήγορα αναπτυσσόμενα δένδρα) των διαταραγμένων ζωνών, καθώς επίσης του πρανούς του χειμάρρου Ρουσιανίτη κατάντι του οικισμού.
5. Η απαγόρευση οικοδόμησης στο Ν.ΝΔ/κό τμήμα του οικισμού με τα σοβαρά κατολισθητικά φαινόμενα (πρώτη περιοχή αστοχιών). Στον χώρο αυτό παρεμβάσεις αποστράγγισης (με τάφρο εγκάρσια στις ισοΰψεις), εξομαλύνσεων και κατάλληλης φυτοκάλυψης, θα μετατρέψουν τον χώρο σε τόπο αναψυχής και πρασίνου.
6. Τέλος, για να υπάρξει πρόσθετη ασφάλεια των κατασκευών στους νέους οικιστικούς χώρους, αλλά και των νέων κατασκευών στο ασφαλές τμήμα του υπάρχοντος οικισμού, που σημειωτέον πρέπει να είναι ελαφριές, θα πρέπει η θεμελίωση να είναι επιμελημένη και βαθιά ή και ειδική όπου απαιτείται (θέσεις αυξημένου πάχους ζώνης αποσάθρωσης). Ακόμα θα πρέπει να αποφεύγονται τα υψηλά τεχνητά πρανή και η οικοδόμηση κοντά σε μη εγκιβωτισμένες ή αλλιώς προστατευμένες κοίτες ρεμάτων. Εξ' άλλου, απαιτείται η πιστή εφαρμογή του ΕΑΚ-2000 (2000 και 2003), αλλά και των πρόσφατων τροποποιήσεων αυτού. Επισημαίνεται εδώ ότι η ευρύτερη περιοχή κατατάσσεται στη ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας II, με μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους $A=0,24g$, δηλαδή $A=2,35m/sec^2$.

7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τους παραπάνω σχολιασμούς προκύπτει ότι η τεχνικογεωλογική επισκόπηση της περιοχής του οικισμού Καναλίων Ν. Φθιώτιδος με σκοπό την ασφαλή οικιστική ανάπτυξη, ανέδειξε την σοβαρότητα των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν συγκεκριμένα τμήματα του οικισμού, από πλευράς αστοχιών πρανών. Για τα προβλήματα αυτά μπορεί να γίνουν οι ακόλουθες επισημάνσεις:

1. Ο οικισμός αναπτύσσεται στα πρανή της ανατολικής όχθης του χειμάρρου Ρουσιανίτη, παραποτάμου του Σπερχειού, σε υψόμετρο 580-700m και με μέση κλίση του χώρου ανάπτυξης 30° περίπου.
2. Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από υψηλό μέσο ετήσιο ύψος των ατμοσφαιρικών κατακρημνισμάτων, αλλά και αυξημένο εύρος θερμοκρασιακών μεταβολών.
3. Ο χώρος ανάπτυξης του οικισμού δομείται από σχηματισμούς του φλύσχη, που τοπικά καλύπτονται από αυξημένου πάχους υλικά αποσάθρωσης ή και κορήματα σε ανάμιξη με αυτά, καθώς με βάση τα υδρομετεωρολογικά δεδομένα ευνοείται η δημιουργία αυξημένου πάχους εδαφικών μαζών στα πρανή. Η γενική λιθοστρωματογραφία (ιλυόλιθοι με ψαμμιτικές ενστρώσεις στα κατάντι και ψαμμίτες σε πάγκους στα ανάντι), ευνοεί την εμφάνιση πολλών πηγών, μικρο-

πηγών και εκροών, ακόμα και μέσα από τα υλικά του μανδύα, τα νερά των οποίων ρέουν ανεξέλεγκτα στο χώρο του οικισμού, εμποτίζοντας συνεχώς τους εδαφικούς σχηματισμούς.

4. Από τεκτονικής πλευράς οι σχηματισμοί έχουν υποστεί την επίδραση ποικίλων τεκτονικών δράσεων (πτυχωσεων, εφίππεύσεων, κλπ), ενώ τα συστήματα διάρρηξης που κυριαρχούν στην ευρύτερη περιοχή είναι αυτά με γενικές διευθύνσεις ΒΑ/κή - ΝΔ/κή και Α-Δ.
5. Οι κύριες θέσεις εκδήλωσης κατολισθητικών φαινομένων είναι πέντε (5), με σημαντικότερη αυτήν που έχει πλήξει από πολύ παλαιά τον οικισμό από το ύψος του επαρχιακού δρόμου Καναλίων-Γαρδικίου μέχρι τον χείμαρρο Ρουσιανίτη και έχει προκαλέσει την καταστροφή πολλών σπιτιών και την σχεδόν πλήρη εγκατάλειψη του υπόψη τμήματος του χωριού. Η δεύτερη θέση σημειώνεται σε χώρο του Β.ΒΑ/κού τμήματος του οικισμού, χωρίς πάντως να επηρεάζει χώρους θεμελίωσης οικιών, ενώ οι άλλες τρεις θέσεις αφορούν σε τμήματα του επαρχιακού δρόμου, χωρίς όμως να επηρεάζουν κατασκευές.
6. Για την βελτίωση των συνθηκών οικιστικής καταλληλότητας των Καναλίων, προτείνονται ειδικά κατά περίπτωση, αλλά και γενικά μέτρα, τα οποία κρίνονται αναγκαία για την αντιμετώπιση των κατολισθητικών φαινομένων που έχουν εκδηλωθεί ή και την αποφυγή εμφάνισης νέων. Τα μέτρα αυτά κυρίως στοχεύουν σε: (α) αποστραγγίσεις ευπαθών ζωνών από επιφανειακά και υπόγεια νερά, (β) αντιστηρίξεις πρανών με συρματοκιβώτια, (γ) προστασία από την διάβρωση και τις υποσκαφές των πρανών των ρεμάτων με συρματοκιβώτια και δασοτεχνικά φράγματα ανάσχεσης και (δ) δένδροφυτεύσεις. Τα εν λόγω μέτρα πιστεύεται ότι θα εξαλείψουν τα σοβαρά προβλήματα στον χώρο του οικισμού, αλλά και θα βοηθήσουν στη μελέτη της ασφαλούς βελτίωσης του επαρχιακού δρόμου Σπερχειάδος-Γαρδικίου.
7. Για τις νέες οικιστικές ζώνες, που πρέπει να είναι μακριά από απότομα πρανή των ρεμάτων ή και τμήματα πρανών με ισχυρές κλίσεις, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι διατάξεις του ΕΑΚ-2000 και των πρόσφατων τροποποιήσεων αυτού. Ακόμα, οι κατασκευές πρέπει να είναι ελαφριές με επιμελημένες θεμελιώσεις ή και ειδικού τύπου όπου απαιτείται, ώστε να αποφευχθούν αστοχίες ή ζημιές από πιθανή δυναμική φόρτιση (σεισμό), ενώ θα πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία μεγάλων τεχνητών πρανών σε θέσεις αυξημένου πάχους εδαφικών υλικών.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aubouin, J., 1959. Contribution à l' étude geologique de la Grèce septentrional: les confins de l' Epire et de la Thessalie. Ann. Geol. Pays Hell. 10, p. 1-525.
- Aubouin, J., 1965. Geosynclines - Developments in Geotectonics, 1, Elsevier, Amsterdam, pp. 350.
- Anon., 1981. a: British Standard 5930: Site Investigation. London, British Standards Institution, pp. 147.
- Anon., 1981. b: Rock and soil description for engineering geological mapping. Report by the Commission of Engineering Geological Mapping. Bull. Int. Assoc. Eng. Geol. 24.
- Bell, F., 1981. Engineering properties of soils and rocks. Butterworth Co., Ltd., London, 149 pp.
- Bulletin of the International Seismological Centre, Pipers Lane, Thatcham, Newbury, Berkshire, United Kingdom, RG19 4 NS.
- Carter, M., 1983. Geotechnical Engineering Handbook. London, 226pp..
- Dearman, W. R. and Matula, M., 1976. Environmental aspects of Engineering Geological Mapping. Bulletin of I.A.E.G., Vol. 14, pp 141-146.
- Ε.Α.Κ-2000, 2000. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός, ΥΠΕΧΩΔΕ-ΟΑΣΠ, Αθήνα, σελ. 152, καθώς επίσης πρόσφατες τροποποιήσεις αυτού.
- Ε.Μ.Υ. - Δ/ση Κλιματολογίας, 1999. Κλιματικά στοιχεία των σταθμών της ΕΜΥ (περίοδος 1955-1997), Αθήνα, σελ. 260.
- ΙΓΜΕ: Αδημοσίευτες εκθέσεις T-212 (1963), T-623 (1972), T-806 (1980), T-828 (1981), T-1020 (1984), T-1076 (1984), T-1228 (1986), T-1390 (1988), T-1454 (1989) και T-2208 (2002).
- ΙΓΜΕ, 1970. Γεωλογικός χάρτης κλίμακας 1:50.000, "ΦΥΛΛΟ ΚΑΡΠΕΝΗΣΙΟΝ".
- ISRM, 1981. Rock Characterization Testing and Monitoring. E.T. Brown, Ed., Pergamon Press, London, 211 p.
- Hoek, E. and Bray J. W., 1981. Rock Slope Engineering, Inst. Min. Metall., London, 358p.
- Καραππέρης, Ν., 1974. Η κατανομή των βροχοπτώσεων εις τον Ελληνικό χώρο. Δελτίον Ε.Γ.Ε., τόμος XI, τεύχος 1, Αθήνα, σελ. 1-27.
- Κατσικάτος, Γ., 1992. Γεωλογία της Ελλάδας. Πανεπιστήμιο Πάτρας, ΟΕΔΒ, Αθήνα, 451 σελ.
- Κούκης, Γ. και Ρόζος, Δ., 1982. Γεωτεχνικές συνθήκες και κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο σε σχέση με τη γεωλογική δομή και γεωτεκτονική εξέλιξη. Ορυκτός Πλούτος, 16, σελ. 53-69.

- Κούκης, Γ. και Ζιούρκας, Κ., 1989. Κατολισθητικές κινήσεις στον Ελληνικό χώρο - Στατιστική θεώρηση. Ορυκτός Πλούτος, 58, σελ. 39-58.
- Παπαζάχος, Β. και Παπαζάχου, Κ., 2003. Οι σεισμοί της Ελλάδας, Θεσσαλονίκη, 286 σελ.
- Papazachos, B.C., Comninakis P.E. et al., 2000. A catalogue of earthquakes in Greece and surrounding area for the period 550BC - 1999. Publ. Geoph. Lab., Univ. of Thessaloniki, 1, 333pp.
- Report of the Commission of Eng. Geological mapping of the IAEG, Part I: Rock and Soil materials, 1979. Classification of rocks and soils for engineering geological mapping. Bulletin of IAEG, No19, Krefeld, pp 364-371.
- Report of the Commission of Eng. Geological mapping of the IAEG, Part I: Rock and Soil materials, 1981b. Rock and Soil description for engineering geological mapping. Bulletin of IAEG, Krefeld, No24.
- UNESCO/IAEG, 1976. Engineering geological maps. A guide to their preparation. The Unesco Press, Paris, 79p

ABSTRACT

LANDSLIDE PHENOMENA IN KANALIA VILLAGE, FTHIOTIDA PR. AND HANDLING THEIR IMPACTS IN THE RESIDENTIAL DEVELOPMENT OF THE AREA

Rozos D.¹ and Apostolidis E.²

¹ *Department of Mining and Metallurgical Engineering, Section of Geological Sciences, 9 Heroon polytechniou str. 157 80 Zografou Athens, rozos@metal.ntua.gr*

² *I.G.M.E., Department of Engineering Geology, Mesoghion Str. 70, 11527, Athens, emmapost@igme.gr*

In the present paper, the serious landslide phenomena that make difficult the residential development of Kanalia village are studied. Kanalia village is located on a slope of the eastern bank of Roustianitis torrent, the main hydrographic axis of the broader area, which is one of the main branches of Sperchios River. The geological structure of the area (sandstones and siltstones of the Pindos zone flysch) as well as the hydro meteorological and climatological conditions favoring the formation of locally very thick weathering mantle and also the development of seasonal aquifers, were at first studied.

As it was confirmed, the main causes of landslide phenomena manifestation are related to the above conditions, to the erosional activity of water in the slopes of the hydrographic axes and finally to the human interventions. These phenomena are observed in five (5) main sites with most important the one affected the South - Southwest part of the village covering the area from Kanalia-Gardiki provincial road until Roustianitis torrent downwards. In that case, the periodic re-activations of the sliding phenomena during the last forty years have caused full destruction and abandonment of this part of the village, since no relevant measures have been taken so far. The remaining sites are restricted in some parts of the village road network, without affecting residential zones.

For the protection and development of the residential area of Kanalia village, the following measures were recommended for the improvement of the ground conditions in the slope affected areas: (a) drainage both of the surficial and ground waters in the vulnerable zones, (b) slope supporting works with gabion walls (flexible structures), (c) protection of the stream slopes from erosion and undermining with gabion walls and gully dams, (d) tree plantations, and (e) suitable and appropriate foundation of the new constructions on the stable basement or foundation using specific types, if necessary. It is suggested the application of these measures for the safety of the road network, the good operation of which constitutes a prerequisite for a safe residential development.